



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 197 28 306 C 2

51 Int. Cl. 7:  
F 25 D 17/00  
H 05 K 7/20

21 Aktenzeichen: 197 28 306.3-13  
22 Anmeldetag: 3. 7. 1997  
43 Offenlegungstag: 7. 1. 1999  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 13. 4. 2000

DE 197 28 306 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Lucent Technologies Network Systems GmbH,  
90411 Nürnberg, DE

74 Vertreter:

Blumbach, Kramer & Partner GbR, 65187  
Wiesbaden

72 Erfinder:

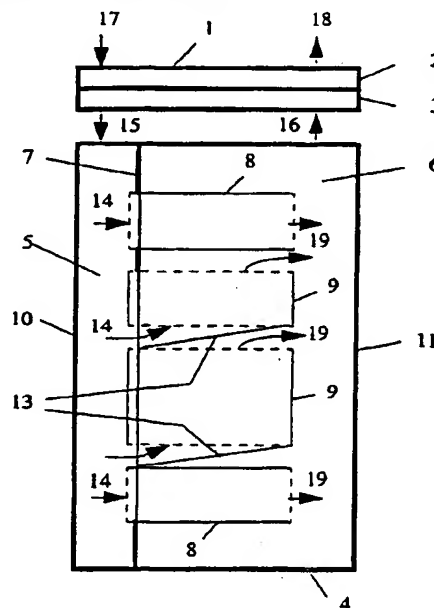
Ewes, Ingo, Dr.-Ing., 90409 Nürnberg, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 38 10 212 C2  
DE 37 14 727 C2  
DE 43 27 444 A1  
WO 95 17 805 A1

54 Verfahren und Anordnung zur Kühlung Wärme erzeugender Einrichtungen

57 Verfahren zur Kühlung Wärme erzeugender Einrichtungen (8, 9) innerhalb eines von der Umgebung abgeschlossenen Schanks (4), insbesondere eines Elektronikschanks, unter Benutzung einer Kühleinrichtung (1), wobei der Schrank (4) in einen ersten Bereich (5) und einen zweiten Bereich (6) aufgeteilt ist, wobei der erste und der zweite Bereich (5, 6) voneinander getrennt sind, dadurch gekennzeichnet, daß Teile der die Wärme erzeugenden Einrichtungen und Befestigungsflansche die beiden Bereiche (5, 6) trennen, und daß die als eine abgeschlossene Einheit ausgebildete und außerhalb oder innerhalb des Schanks (4) angeordnete Kühleinrichtung (1) gekühlte Luft in den ersten Bereich (5) leitet.



DE 197 28 306 C 2

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Anordnung zur Kühlung Wärme erzeugender Einrichtungen, die in einem zur Umgebung abgeschlossenen Schrank, insbesondere einem Elektronenschrank, betrieben werden.

Im Freien aufgestellte Schränke zur Aufnahme aktiver elektronischer Einrichtungen, wie beispielsweise elektronischer Schaltungen für die Nachrichtenübertragung, haben primär die Aufgabe, die eingebauten elektronischen Schaltungen gegen schädliche Umwelteinflüsse zu schützen. Im allgemeinen werden derartige Schränke daher vollständig von der Umgebung abgeschlossen. Dies schafft jedoch hinsichtlich der Abführung der durch die elektronischen Schaltungen erzeugten Wärme Probleme. Weisen die elektronischen Schaltungen eine hohe Verlustleistung auf, so reicht der Wärmedurchgang durch die Außenflächen eines derartigen Schanks nicht mehr aus, um bei höheren Umgebungstemperaturen eine ausreichende Kühlung der elektronischen Schaltungen im Inneren des Schanks zu gewährleisten. Um eine vorgeschriebene Betriebstemperatur für die im Inneren des Schanks befindlichen elektronischen Schaltungen einhalten zu können, wird deshalb üblicherweise ein Wärmetauscher oder ein Kühlaggregat vorgesehen.

Bekannte Schränke mit einer Kühleinrichtung können im wesentlichen als ein durchmischter Raum mit einer mittleren Raumtemperatur betrachtet werden. Durch den Einsatz der Kühleinrichtung wird angestrebt, die Innentemperatur immer unter dem maximal für die Betriebstemperatur zulässigen Wert zu halten. Hierfür wird an einer beliebigen Stelle ein Volumenstrom der Innenluft angesaugt, in der Kühleinrichtung um eine bestimmte Temperaturdifferenz abgekühlt, und an einer anderen Stelle wieder in den Schrank zurückgeführt. Die abgekühlte Luft vermischt sich mit der Innenluft und bewirkt eine Abkühlung.

Die bekannten, zur Umgebung abgeschlossenen Schränke mit Kühleinrichtung weisen aber den Nachteil auf, daß wegen der Durchmischung der Luft eine effektive und gezielte Kühlung nicht möglich ist.

Aus der Internationalen Offenlegungsschrift WO 95/17805 A1 ist außerdem ein Verfahren und eine Einrichtung zum Kühlen in geschlossenen Räumen bekannt, bei der mehrere Gestelle oder Schränke für elektronische Schaltungen in einem geschlossenen Raum betrieben werden. Zur Kühlung befindet sich im selben Raum eine Kühleinrichtung, die kalte Luft im Bodenbereich in den geschlossenen Raum abgibt. Die kalte Luft strömt dann in einem unteren Bereich des geschlossenen Raums, tritt in die Gestelle mit den elektronischen Schaltungen ein, kühlt die elektronischen Schaltungen und erwärmt sich dabei. Die erwärmte Luft steigt auf und bewegt sich in einem oberen Bereich des geschlossenen Raums. In diesem oberen Bereich des Raums befindet sich auch eine Ansaugöffnung der Kühleinheit.

Die Patentschrift 37 14 727 C2 offenbart ein Klimagerät zum Kühlen Wärme erzeugender Einrichtungen innerhalb eines abgeschlossenen Schrankes, insbesondere eines Elektronenschrankes. Bei dem Klimagerät wird kalte Luft von erwärmter Luft getrennt und Kondenswasser über eine Schwerkraftabscheidung aus der Luft abgeschieden. Dabei erfolgt der Wärmeaustausch innerhalb des Klimagerätes selbst, wodurch ein hoher Konstruktions- und Instandsetzungsaufwand erforderlich ist.

Aus DE 43 27 444 A1 ist eine Kühleinrichtung für einen Schaltschrank bekannt. Bei dem dabei angewandten Verfahren zur Kühlung wird die gekühlte Luft in einen ersten Bereich eingeleitet, und die erwärmte Luft aus einem zweiten Bereich herausgeführt, wobei die unterschiedlichen Temperaturbereiche durch einen Wärmetauscher erzeugt werden.

Das Anbringen der Kühlelemente innerhalb des Schaltschranks gestaltet sich dabei als aufwendig.

In einem in der Patentschrift DE 38 10 212 C2 beschriebenen Gefrierschrank wird mittels eines Kühlgebläses gekühlte Luft in einen Innenraum geleitet. Dabei ist keine Unterteilung in Bereiche verschiedener Temperaturen vorgesehen. Eine derartige Kühlung ist für Wärme erzeugende Geräte, wie sie in einem Schaltschrank vorhanden sind, ungeeignet.

Auch eine weitere bekannte Einrichtung zur Kühlung von geschlossenen Räumen weist den Nachteil auf, daß, z. B. wegen auftretender Turbulenzen, noch immer eine Durchmischung der Luft innerhalb des Raums erfolgt, welche die gezielte und effektive Kühlung der die Wärme abgebenden elektronischen Schaltungen erschwert. Zusätzlich können nicht alle elektronischen Schaltungen gleich effektiv gekühlt werden, da sich die Kühlluft beim Aufsteigen immer stärker erwärmt. Ein weiterer Nachteil der bekannten Einrichtung ist darin zu sehen, daß zusätzlich zu den für die Halterung der elektronischen Schaltungen nötigen Gestelle oder Schränke ein weiterer Behälter verwendet werden muß, um den abgeschlossenen Raum zu bilden.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Anordnung zur Kühlung Wärme erzeugender Einrichtungen in einem von der Umgebung abgeschlossenen Schrank anzugeben, die eine gezielte und effektive Kühlung der die Wärme abgebenden Einrichtungen ermöglichen.

Hinsichtlich des Verfahrens wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Das Verfahren zur Kühlung Wärme erzeugender Einrichtungen sieht dabei vor, daß der abgeschlossene Schrank durch Teile der Wärme erzeugenden Einrichtungen in zwei Bereiche aufgeteilt wird, so daß in einem Bereich gekühlte Luft einleitbar ist.

Das Verfahren weist den Vorteil auf, daß durch die Verhinderung der Durchmischung von kalter und warmer Luft sowie durch die gezielte Zuführung der kalten Luft zu den die Wärme erzeugenden Einrichtungen eine effektivere Kühlung möglich ist.

Hinsichtlich der Anordnung wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 2 gelöst. Die Anordnung zur Kühlung Wärme erzeugender Einrichtungen innerhalb eines geschlossenen Schanks weist dazu eine Kühleinrichtung auf, die an zwei mittels einer Trenneinrichtung voneinander getrennten Bereichen angeschlossen ist. In den ersten Bereich wird die von der Kühleinrichtung kommende, kalte Luft geleitet und der die Wärme erzeugenden Einrichtung direkt durch Öffnungen in der Trenneinrichtung zugeführt. Die erwärmte Luft wird dann über den zweiten Bereich der Kühleinrichtung zugeführt.

Die Anordnung weist dabei insbesondere den Vorteil auf, daß den die Wärme erzeugenden Einrichtungen über den ersten Bereich die kalte Luft direkt zugeführt wird, wohingegen der Kühleinrichtung über den zweiten Bereich die erwärmte Luft unvermischt zugeführt wird. Dadurch werden einerseits die die Wärme erzeugenden Einrichtungen mit der kältestmöglichen Luft gekühlt, andererseits wird die wärmstmögliche Luft der Kühleinrichtung zugeführt, die damit die größtmögliche Temperaturdifferenz zum Außenkreislauf der Kühleinrichtung aufweist, weshalb die Kühleinrichtung besonders effektiv arbeitet.

Desgleichen ist vorgesehen, die Trenneinrichtung im wesentlichen von Teilen der die Wärme erzeugenden Einrichtungen zu bilden. Dadurch können ohnehin vorhandene Konstruktionselemente als Trenneinrichtung verwendet werden. Ein weiterer erheblicher Vorteil der Erfindung liegt in der Ausbildung der Kühleinrichtung als abgeschlossene Einheit, die außerhalb oder innerhalb des Schanks angeordnet

net werden kann. Hierdurch wird etwa ein Auswechseln einer defekten Kühleinrichtung ohne aufwendige Demontage- bzw. Montagearbeiten ermöglicht.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Anordnung ist vorgesehen, durch die Größe der Öffnungen, die den Eintritt der kalten Luft in die die Wärme erzeugenden Einrichtungen sowie durch die Größe der Öffnungen, die den Austritt der erwärmten Luft aus den die Wärme erzeugenden Einrichtungen ermöglichen, die für die die Wärme erzeugende Einrichtung benötigte Kühlung einzustellen.

Weitere Vorteile ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung anhand von Figuren.

Es zeigt:

Fig. 1 eine Seitenansicht einer Anordnung zur Kühlung von Wärme erzeugender Einrichtungen,

Fig. 2 eine Draufsicht einer Anordnung zur Kühlung Wärme erzeugender Einrichtungen,

Fig. 3 eine erste Ausführungsform einer Wärme erzeugenden Einrichtung, und

Fig. 4 eine zweite Ausführungsform einer Wärme erzeugenden Einrichtung.

Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Die Fig. 1 und 2 zeigen einen Schrank 4 mit Wärme erzeugenden Einrichtungen, beispielsweise elektronischen Schaltungen, die Verlustwärme erzeugen, die als Einbaugeräte 8 und 9 für bekannte Elektronikschränke ausgelegt sind. Die Einbaugeräte 8 und 9 sind an im Schrank 4 vorhandenen Befestigungsflanschen befestigt. Befestigungsflansche und die Frontseiten der Einbaugeräte bilden eine Ebene, die als eine Trenneinrichtung 7 betrachtet werden kann, die den Schrank in einen ersten Bereich 5 und einen zweiten Bereich 6 teilt. Erster und zweiter Bereich 5 und 6 sind gegenüber der Umgebung abgeschlossen. Der erste Bereich 5 wird durch eine Tür 10 des Schanks 4, von Seitenwänden 12, der Trenneinrichtung 7 sowie Boden und Dach gebildet. Der zweite Bereich wird durch die Seitenwände 12, eine Rückwand 11, die Trenneinrichtung 7 sowie Boden und Dach gebildet. An den Schrank 4 ist an der Oberseite eine Kühleinrichtung 1 angeschlossen, die über einen Innenkreislauf 3 und einen Außenkreislauf 2 verfügt, welche voneinander getrennt sind. Der Innenkreislauf 3 dient der Kühlung der Einbaugeräte 8 und 9 im Inneren des Schanks 4, der Außenkreislauf 2 gibt die durch den Innenkreislauf 3 abgeleitete Wärme an die Umgebung ab. Dazu nimmt der Außenkreislauf 2 Luft aus der Umgebung auf 17 und gibt erwärmte Luft an die Umgebung ab 18.

Die Kühleinrichtung 1 ist über eine erste Verbindung 15 mit dem ersten Bereich 5 und über eine zweite Verbindung 16 mit dem zweiten Bereich 6 verbunden. In den ersten Bereich 5 wird die von der Kühleinrichtung 1 gekühlte Luft geleitet. Die gekühlte Luft tritt durch Öffnungen 14 in die zu kühlenden Einbaugeräte 8 und 9, durchströmt diese und erwärmt sich dabei. Die erwärmte Luft tritt aus Öffnungen 19 aus den Einbaugeräten 8 und 9 in den zweiten Bereich 6 aus. Von dort wird sie zur Abkühlung dem Innenkreislauf 3 der Kühleinrichtung 1 zugeführt und wird nach der Abkühlung erneut in den ersten Bereich 5 geleitet.

Bei der Kühlung der Einbaugeräte 8 und 9 wird die kalte Luft aus dem ersten Bereich 5 direkt und unvermischt den die Wärme erzeugenden elektronischen Schaltungen in den Einbaugeräten 8 und 9 durch die Öffnungen 14 zugeführt. Die in den Einbaugeräten 8 und 9 erwärmte Luft wird durch die Öffnungen 19 in den zweiten Bereich 6 und von dort zur Kühlung in die Kühleinrichtung 1 geleitet. Die Anbringung der Öffnungen 19 für den Austritt der erwärmten Luft ist dabei unerheblich, solange die erwärmte Luft ungehindert nur

in den zweiten Bereich 6 austreten kann. Zur Sicherstellung der beschriebenen Kühlung der Einbaugeräte 8 und 9 müssen diese für eine Durchströmung mit Kühlluft ausgelegt sein.

Prinzipiell müssen alle Einbaugeräte wie die Einbaugeräte 8 die Öffnung 14 für den Eintritt der kalten Luft in der Trennebene 7 aufweisen. Jedoch sind auch andere Einbaugeräte 9 geeignet, wenn Elemente 13 vorgesehen sind, die die Öffnungen für den Eintritt der kalten Luft der Einbaugeräte 9, die im zweiten, warmen Bereich 6 liegen, so vom zweiten Bereich 6 abschirmen, daß sich Öffnungen 14 bilden, die nur Verbindung zum ersten, kalten Bereich 5 aufweisen.

Zum Aufbau einer ausreichenden Druckdifferenz, welche die Durchströmung der Einbaugeräte 8 und 9 bewirkt, kann in vorteilhafter Weise der im Innenkreislauf 3 der Kühleinrichtung 1 üblicherweise vorhandene Lüfter verwendet werden.

Da, wie oben beschrieben, die zu kühlenden Einbaugeräte 8 und 9 wegen der erzeugten Druckdifferenz automatisch durchströmt und gekühlt werden, besteht keine Notwendigkeit, jedes Einbaugerät mit einem separaten Lüfter auszustatten, um die erforderliche Kühlung zu erreichen. Dies schließt aber nicht aus, daß die Einbaugeräte 8 und 9 Lüfter aufweisen können. In einem solchen Fall arbeiten die Lüfter der Einbaugeräte 8 und 9 in Reihe mit dem Lüfter der Kühleinrichtung 1.

Bei der beschriebenen Anordnung ist es außerdem wesentlich, daß der erste, kalte Bereich 5 und der zweite, warme Bereich 6 vollständig voneinander getrennt sind. Dies bedeutet, daß an den Stellen des Elektronikschanks, an denen kein Einbaugerät vorgesehen ist, die Trenneinrichtung 7 vervollständigt werden muß. Dazu kann an den Befestigungsflanschen beispielsweise ein Stück Blech geeigneter Größe angebracht werden.

Die Dimensionierung der benötigten Kühlleistung für jedes der Einbaugeräte 8 und 9 ist bei der vorliegenden Erfindung auf besonders vorteilhafte Weise möglich. Durch die Festlegung der Größe der Öffnungen 14 für den Eintritt der kalten Luft und der Größe der Öffnungen 19 für den Austritt der erwärmten Luft, läßt sich der für die erforderliche Kühlleistung benötigte Luftstrom einstellen.

Neben der dargestellten Anbringung der Kühleinrichtung 1 am Dach des Schanks 4 ist prinzipiell jede beliebige Anbringung möglich, solange sichergestellt ist, daß die kalte Luft in den ersten Bereich 5 geleitet wird und die abzukühlende Luft dem zweiten Bereich 6 entnommen wird. Insbesondere sind aber neben der Dachmontage eine Montage an der Tür 10 oder an einer der Seitenwände 12 vorteilhaft. Neben der Anbringung der Kühleinrichtung außerhalb des Schanks 4 ist die Anbringung innerhalb des Schanks 4 besonders vorteilhaft. Dabei wird die Kühleinrichtung 1 entsprechend den zu kühlenden Einbaugeräten 8 und 9 ausgeführt, so daß sichergestellt ist, daß die gekühlte Luft in den ersten Bereich 5 abgegeben wird, wohingegen die abzukühlende Luft dem zweiten Bereich 6 entnommen wird.

In Fig. 3 ist die Ausführungsform eines Einbaugeräts dargestellt. Das Einbaugerät weist ein Gehäuse auf, dessen Frontseite, bei Einbau in den Schrank 4, einen Teil der Trenneinrichtung 7 bildet. Das Einbaugerät weist Befestigungen 70 auf, die zum Einbau in den Schrank 4 an den Befestigungsflanschen im Schrank 4 befestigt werden. Das Einbaugerät weist darüber hinaus eine Öffnung für Kaltluft an der Unterseite auf. An der Oberseite ist eine Öffnung 19 vorgesehen, durch die die im Einbaugerät erwärmte Luft austritt. Um den Eintritt der kalten Luft in die Öffnung für die Kaltluft an der Unterseite zu gewährleisten, ist ein Element 13 angebracht, das eine Öffnung 14 in der Ebene der

Trenneinrichtung 7 bildet und die kalte Luft in die Öffnung an der Unterseite leitet. Gleichzeitig verhindert das Element 13, das von einem entsprechend gebogenen Blech gebildet werden kann, daß ein unterhalb des Einbaugeräts vorhandener Luftstrom, der im eingebauten Zustand im warmen, zweiten Bereich 6 auftritt, in das Einbaugerät eindringen kann. Das Einbaugerät weist außerdem ein Anschlußfeld 20 auf, an dem das Einbaugerät elektrisch angeschlossen werden kann. Um die Trenneinrichtung 7 im Frontbereich des Einbaugeräts zu vervollständigen, ist deshalb eine weiteres Gehäuse 71 vorgesehen, so daß im Frontbereich des Einbaugeräts die gesamte Einbauhöhe des Einbaugeräts bis auf den Bereich der Öffnung 14 überdeckt wird.

Fig. 4 zeigt eine weitere Ausführungsform eines Einbaugeräts. Das Einbaugerät weist ein Gehäuse auf, dessen Frontseite, bei Einbau in den Schrank 4, einen Teil der Trenneinrichtung 7 bildet. Das Einbaugerät weist Befestigungen 70 auf, die zum Einbau in den Schrank 4 an den Befestigungsflanschen im Schrank 4 befestigt werden. Außerdem weist das Einbaugerät eine Öffnung 14 zum Eintritt der kalten Luft in der Frontseite und eine Öffnung 19 zu Austritt der im Einbaugerät erwärmten Luft an mindestens einer Seite auf, die im eingebauten Zustand innerhalb des warmen, zweiten Bereichs 6 liegt.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Kühlung Wärme erzeugender Einrichtungen (8, 9) innerhalb eines von der Umgebung abgeschlossenen Schanks (4), insbesondere eines Elektronikschanks, unter Benutzung einer Kühleinrichtung (1), wobei der Schrank (4) in einen ersten Bereich (5) und einen zweiten Bereich (6) aufgeteilt ist, wobei der erste und der zweite Bereich (5, 6) voneinander getrennt sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß Teile der die Wärme erzeugenden Einrichtungen und Befestigungsflansche die beiden Bereiche (5, 6) trennen, und daß die als eine abgeschlossene Einheit ausgebildete und außerhalb oder innerhalb des Schanks (4) angeordnete Kühleinrichtung (1) gekühlte Luft in den ersten Bereich (5) leitet.
2. Anordnung zur Kühlung Wärme erzeugender Einrichtungen (8, 9) innerhalb eines von der Umgebung abgeschlossenen Schanks (4), insbesondere eines Elektronikschanks, mit einer Kühleinrichtung (1), insbesondere einem Wärmetauscher oder einem Kühltagegregat, wobei der Schrank (4) mittels einer Trenneinrichtung (7) in einen ersten Bereich (5) und einen zweiten Bereich (6) aufgeteilt ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kühleinrichtung (1) zur Einleitung kalter Luft (15) in den ersten Bereich (5) ausgebildet ist, daß erste Öffnungen (14) in der Trenneinrichtung (7) vorgesehen sind, durch welche die kalte Luft aus dem ersten Bereich (5) in die die Wärme erzeugenden Einrichtungen (8, 9) übertritt und diese kühlt, daß zweite Öffnungen (19) in den die Wärme erzeugenden Einrichtungen (8, 9) vorgesehen sind, durch die die erwärmte Luft in den zweiten Bereich (6) übertritt, und daß die Kühleinrichtung (1) zur Entnahme der erwärmten Luft aus dem zweiten Bereich und zur Kühlung der erwärmten Luft und zur Einleitung der gekühlten Luft in den ersten Bereich ausgebildet ist, und daß die Trenneinrichtung (7) zwischen den beiden Bereichen (5, 6) von Teilen der die Wärme erzeugenden Einrichtungen und Befestigungsflanschen gebildet wird und die Kühleinrichtung (1) als eine abgeschlos-

sene Einheit ausgebildet ist, die außerhalb oder innerhalb des Schanks (4) angeordnet ist.

3. Anordnung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich der erste Bereich (5) und der zweite Bereich (6) im wesentlichen über die gesamte vertikale Abmessung des Schanks (4) erstrecken.

4. Anordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine der Begrenzungen des ersten Bereichs (5) durch eine Tür (10) des Schanks (4) gebildet wird.

5. Anordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 4 **dadurch gekennzeichnet**, daß Elemente (13) vorgesehen sind, durch die der direkte Eintritt kalter Luft aus dem ersten Bereich (5) in die die Wärme erzeugenden Einrichtungen (9) erzwungen wird und durch die der Eintritt von erwärmter Luft aus dem zweiten Bereich (6) in die die Wärme erzeugenden Einrichtungen (9) verhindert wird.

6. Anordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein in einem Innenkreislauf (3) der Kühleinrichtung (1) vorhandener Lüfter zum Aufbau eines Druckunterschieds zwischen erstem Bereich (5) und zweitem Bereich (6) verwendet wird.

7. Anordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß durch die Größe der ersten Öffnungen (14) für den Eintritt der gekühlten Luft und für den Austritt der erwärmten Luft aus den die Wärme erzeugenden Einrichtungen (8, 9) der für die Kühlung erforderliche Luftstrom festgelegt wird.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

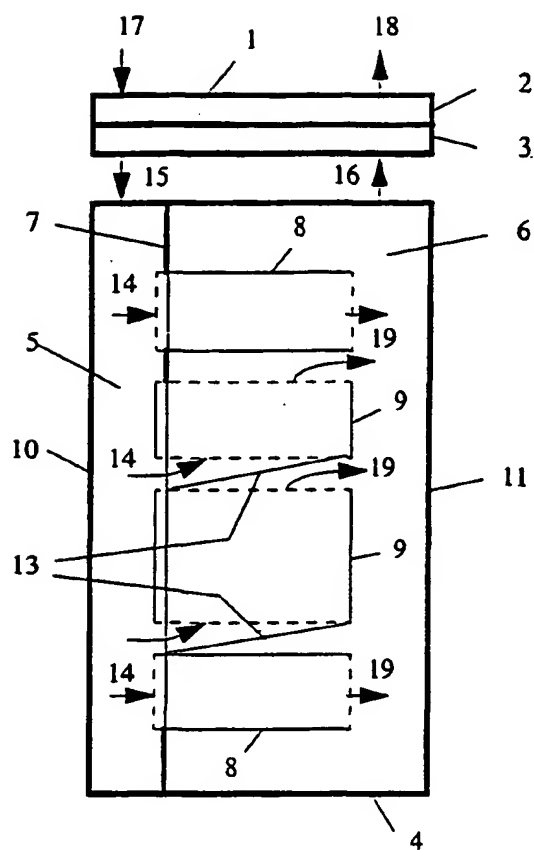


Fig. 1

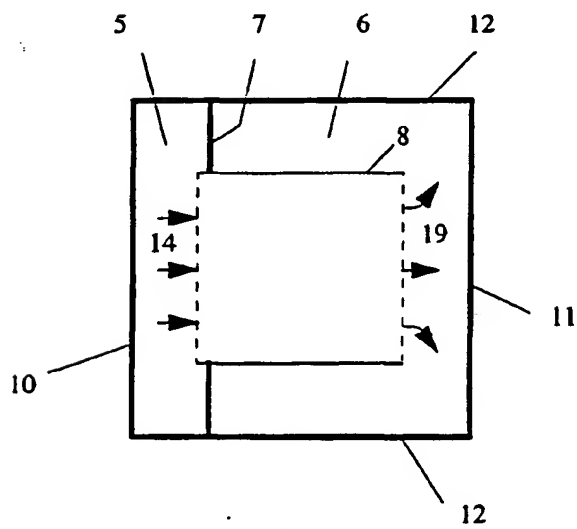


Fig. 2

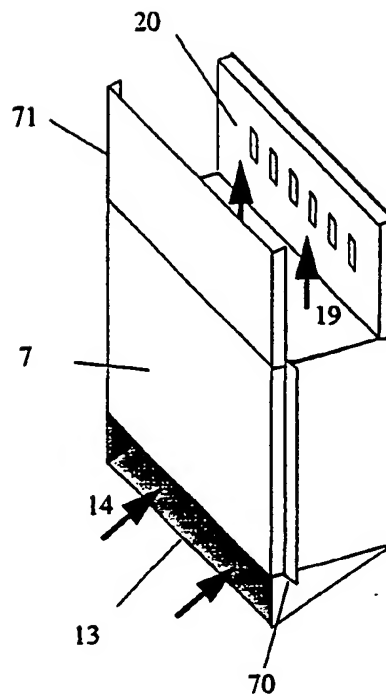


Fig. 3

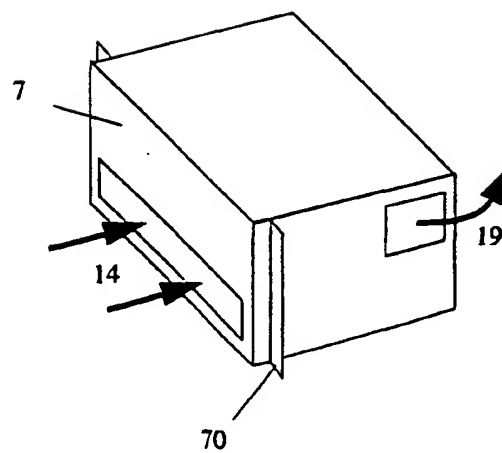


Fig. 4